

Az ioncsere-kémia jelentőségéről

A Magyar Tudományos Akadémia 187. ünnepi közgyűléséhez kapcsolódóan a Kémiai Tudományok Osztálya tudományos ülést szervezett. Az ülés tematikája az „*Ionok versengése a kémiában. Ioncsere napjaink tudományában, analitikai, orvosi, biológiai, nanotechnológiai alkalmazások.*” c. téma köré csoportosult. A tudományos ülésen nyolc előadás hangzott el a szakterület hazai kutatóműhelyeinek vezető képviselőitől - az ionos kémia, az ionizáltság és az ioncsere kémia jelenleg hatékonyan művelt részterületeiről. Külföldi vendégként a klinikai kémiai vonatkozásokról a svédországi Lundi Egyetem „Center of Excellence” címmel rendelkező intézetének magyar származású vezetője tartott előadást. A Magyar Kémiai Folyóirat jelen száma az elhangzott előadások egy részének szerkesztett változatát mutatja be.

Ioncsere folyamatokat a **kémia szinte minden területén** fellelhetünk: az *analitikai kémiában, biokémiában, elektrokémiában, nukleáris kémiában, szintetikus szerves kémiában, vízkémiában* egyaránt. Ioncsere és ionizáltság állapotot szabályozza az élő sejtek membránjaiban az anyagtranszport egy részét. A környezeti kémiában, a természetes közegek, talajok, üledékek, vizek ionos összetételében az ioncsere játszik szerepet. Már Aristoteles is észrevette, hogy a tengervíz magas sótartalma a tengerpart egyes homokos fövényein áthaladva csökken.

Nemzetközi trendek említésénél a múlt század közepéig kell visszakanyarodnunk, amikor a szintetikus ioncsere anyagok, funkcionális polimerek megjelenése, szintézise új kutatási, fejlesztési irányokat jelölt ki. A szintetizált szilárd polimer ioncsere kationcsere kifejlesztése jelentősen hozzájárult a Manhattan Project létrehozásához is a plutonium termékek szeparációja révén. Az ionszelektív elektródok nagyérzékenységű analitikai eljárásokra, a pellikularis ioncsere fázisok nagyszelektivitású kromatográfiás elválasztásokra adnak lehetőséget aminosavak, peptidok, szerves-, szervetlen ionok és ionizálható molekulák vizsgálatában.

A természetes aminosavak ioncsere-kromatográfiás elválasztási módszerének kidolgozásáért, ill. annak biokémiai jelentőségéért Nobel-díjat adományoztak. (Moore és Stein, 1972). Ide sorolhatjuk a transzurán elemek kationcsere elválasztásáért és nukleáris kémiai jelentőségéért (McMillan és Seaborg, 1951) ill. a szilárd fázisú peptid szintézis ioncsere polimer vázon történő megvalósításáért (Merrifield, 1984) kiérdemelt Nobel-díjakat is. Az előbbi a nukleáris technológia, míg az utóbbi a gyógyszerkémia fontos eljárásává fejlődött.

A tervszerű és szelektív ioncsere funkciók kialakításával a nanotechnológiában, a nagyhatékonyságú ionkromatográfiában, a szenzorok fejlesztésében, a konduktív polimerek technológiájában, a nukleáris kémiai dúsítások és dekontaminálások területén is jelentős eredmények születtek. Ide tartozik az atomerőművi ultra-nagytisztaságú hűtővizek előállításához szükséges ioncsere kémiai műveletek kialakítása. A biológiailag aktív molekulák, vízzoldható vitaminok, antibiotikumok, alkaloidok preparatív és analitikai szeparációja polimer ioncsere anyagok alkalmazásával oldható meg. Az ioncsere kötött enzimek, ill. katalizátorok kémiai alkalmazása is jelentős. Fontos kutatások tárgya jelenleg a nanopórusos ioncsere, membránok (Nature Nanotechnology 2010), ionszelektív grafének (Nature Communications, 2016) alkalmazása a tengervíz sótalanításban, ultranagyhatékonyságú analitikai kromatográfiában (LCGC 2013) és nukleinsavakra szelektív szenzorok működésében. A biokémia és proteomika területén – különösen a többdimenziós kromatográfiás elválasztások révén - az egyes ionizált fehérjék azonosítása és az abból származó új klinikai kémiai információk jelentősége kiemelendő. Ez esetben az ionizált óriásmolekulák elválasztását ioncsere és apoláros szilárd fázisú tandem kromatográfiás oszlopokon végzik. A rendszer további tömegspektroszkópiás kapcsolásával a jelenlegi biomarker kutatás és a klinikai diagnosztika egyik legfontosabb laboratóriumi eszköze.

A hazai kutatások ezen a szakterületen öt évtizedre nyúlnak vissza, nemzetközileg elismert tudományos műhelyek alakultak ki. Az első magyar szerzős angol nyelvű szakkönyv (Inczedy J. *Analytical applications of ion exchangers*, Pergamon Press, Oxford) 1966-ban, 50 éve jelent meg. Két jelentős hazai tudományos műhelyt kell kiemelnünk a múltból, a 70-es, 80-as évekből, amelyek az oldatos ionos kémia területén nemzetközi rangot értek el és hatásuk a mai napig, a XXI. sz.-ban is érzékelhető: az Inczedy János akadémikus által vezetett Veszprémi Egyetem (jogutód Pannon Egyetem) Analitikai Kémia tanszéke és MTA kutatócsoportja, ill. a Pungor Ernő akadémikus által vezetett Budapesti Műszaki Egyetem Analitikai Kémia tanszéke és MTA kutatócsoportja. Inczedy által megalapozott kutatások *egyik fő iránya az ioncsere-szelektivitás, az ioncsere-, ion-pár- és ligandcsere kromatográfia, folyadékfázisú extrakció fizikai-kémiai alapjainak kutatása és gyakorlati alkalmazásai voltak.* A több nyelvre is lefordított „*Komplex egyensúlyok analitikai alkalmazása*” c. könyvében azonos koordinatív szemlélettel kerülnek tárgyalásra ionos oldatok sav-, bázis-, komplexképző és redoxi reakciói. Ezáltal egységes egyensúlyi számításokra ad lehetőséget különböző oldatok ionos összetételére vonatkozóan. Az „*Ioncsere és alkalmazásuk*” c. szerkesztett szakkönyve már nemcsak a laboratóriumi, hanem az atomipari, hidrometallurgiai és víztechnológiai eljárásokról is számot ad. Pungor akadémikus az elsők között volt a világon, aki felismerte az anion- és kation-szelektív potenciometriás elektródok újszerű lehetőségeit. Előrelátását igazolja, hogy az *ionoforok, az ionszelektív membránok, szenzorok* fejlesztése jelenleg is a korszerű elektroanalitikai kutatások fókuszában található. Mindkét tudományos iskola kiemelendő érdeme, hogy nemcsak a megfelelő elméleti háttérrel biztosították, hanem a vizsgálatokhoz elengedhetetlenül szükséges műszeres infrastruktúrát is megalapozták.

A tudományos ülésen elhangzott kutatóműhelyi előadások:

- Hajós Péter, (Pannon Egyetem): **Az ion-kromatográfia egyensúlyi elmélete és új kémiai módszerei**
- Felinger Attila, (Pécsi Tudományegyetem): **Ikerionos állófázisok retenciós tulajdonságai nemlineáris és preparatív kromatográfiában**
- Horvai György – Nyulászi László – Dorkó Zsanett – Szakolczai Anett (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem): **A szenzoroktól a molekuláris lenyomatú polimereken át a Freundlich izotermáig.**
- György Marko-Varga (Lund University, Svédország): **Protein mapping ioncserés elválasztással klinikai célokra**
- Noszál Béla – Mazák Károly – Mazákné Krasznai Márta (Semmelweis Egyetem): **Megoszlás és membrán-penetráció, mint az ionizáltsági állapot függvénye**
- Kónya Zoltán, (Szegedi Tudományegyetem): **Titanát nanocsövek ioncsere tulajdonságai és alkalmazási lehetőségei**
- Nagy Noémi (Debreceni Egyetem) : **Ioncsere-folyamatok az agyagásványok „nanolaboratóriumában”**
- Bélafiné Bakó Katalin – Gubicza László – Nemestóthy Nándor (Pannon Egyetem): **Az ionok szerepe a membrános műveleteknél.**

Hajós Péter
Pannon Egyetem, Kémia Intézet
Analitikai Kémia Intézeti Tanszék